

小学校における空気のサイエンスショーに関する一考察

月僧 秀弥¹・新村 宏樹²・浅原 雅浩³・葛生 伸⁴

A Study on Science Show of Air in Elementary School

Hideya GESSO¹, Hiroki SHINMURA, Masahiro ASAHARA, Nobu KUZU

Email: gesso@edu.u-toyama.ac.jp

Abstract

Science shows are one method of science education conducted in social education. At the science show, participating elementary school students enthusiastically participate in experiments and enjoy, and it is thought that it is effective for raising interest and interests of children's science. Since science shows are conducted at science halls and science events, educational effects of the experiments are rarely investigated. In this research, we conduct a questionnaire survey when doing a science show at elementary school and explore the educational effect for elementary school students of science show from the analysis result.

キーワード：サイエンスショー, 科学コミュニケーション, 小学校理科, 空気

Keywords : science show, science communication, elementary school, air

I. はじめに

サイエンスショーは科学館などで行われる科学コミュニケーションの一つの方法である。サイエンスショーは、演示講師が観客に対し科学的な実験を演示しながら解説を行う科学普及活動である。青少年のための科学の祭典などの科学イベントで行われる場合も多く、ブースで展開される実験や工作、実験教室などと比較すると、不特定多数の観客に対して演示を行うことも可能であり、多くの観客が楽しむ姿を見ることができる。

サイエンスショーを企画、実施する有力な機関の一つとして科学館がある。科学館の紀要では、サイエンスショーの実験や実験に使用する器具を中心に取り上げられている(齋藤, 2016; 藤本, 2014)。一方、我々の実践研究から、中学校の授業の中でサイエンスショーを取り入れる場合、そのままの形で取り入れるのではなく、実験内容や場面を工夫し

て、サイエンスショーの一部や実験のみを取り入れることが有効であることを示してきた(月僧・葛生, 2007)。

サイエンスショーにおいては、演示講師が、観客の反応の良し悪しでその日のサイエンスショーを評価することがある。サイエンスショーに対する観客の反応を主観で評価する方法である。サイエンスショーを競うイベントである、「科学の鉄人(科学の鉄人 HP)」や「バトルオブサイエンスショー(ガリレオ工房 Battle of Science Show HP)」では観客の投票でサイエンスショーを評価している。この場合には、様々な年齢層の観客の投票で順位を決めているため、演示の順番や演示方法に結果が左右される。そのため、サイエンスショーのエンターテインメント性のみの評価になり、教育面の評価にはなっていないと考えられる。

サイエンスショーの理解度を測る方法として、福岡ら(2017)は、幼児や在外施設において日本語を主たる言語としない児童に対して、絵を用いて評価する方法を提案している。絵を用いる評価は、幼児の科学体験の評価でも用いられ(月僧, 2016)、言語表現が不得意な参加者に対しては有効な評価方法である。

¹ 富山大学人間発達科学部

² 黒部市立清明中学校

³ 福井大学教育学部

⁴ 福井大学学術研究院工学系部門

第1著者は、科学館に勤務した経験から多くの科学館や科学イベントなどでサイエンスショーを実施している。学校からの依頼があり、出前教室や親子教室として小学校や中学校でサイエンスショーを実施している。出前教室として実施する場合、児童生徒が楽しんでいる様子が見られるが、その教育効果を感じることは少ない。本研究では、理科を学習している小学校3年生から6年生を対象とするサイエンスショー型の科学コミュニケーション活動を実施し、小学生の①興味・関心などの情意面の効果、および②実験内容の理解度を、質問紙を用いて調査し、サイエンスショー型の科学コミュニケーション活動で行われる科学教育と捉え、学校教育に実施する意義を検討することをねらいとし、小学生において行うサイエンスショーの方向性を探ることとした。

II. サイエンスショーの調査分析の現状

科学館でのサイエンスショーのアンケートの現状を調査するため、科学館が発行する実績報告書や年次報告書（年報）・研究報告の分析と、複数の科学館に対する聞き取りまたはメールによる調査を行った。調査を行った科学館は、全国のサイエンスショー実施科学館の交流イベントである日立サイエンスショーフェスティバル（川崎，2017）にこれまで参加してきた科学館の実験担当者に直接メールして返信があった科学館、およびサイエンスショーフェスティバル事務局に届いていた実績報告書、年次報告書の内容を分析した。その結果が表1である。

今回調査した年報・研究報告で、サイエンスショーのアンケートを報告していた科学館は1館のみであった。この館の研究報告書では、サイエンスショーの概要とサイエンスショーに対する満足度が報告されていた（佐賀県立宇宙科学館，2015）。聞き取りまたはメールによる聞き取りでは、1館は教育利用でサイエンスショーを見た場合にのみアンケートを実施、1館は居住地・来館回数などについてのアンケートを実施していたが、2館はアンケートを実施していなかった。

アンケートの内容を確認すると、科学館の事業全体に関するアンケートが行われる場合もあるが、実験の内容に関する質問ではなく、年齢や居住地、来館理由などを調べる内容であった。これらは、科学館の運営に関する内容である。実験教室などでアン

ケート調査が行われ、実験内容に関する満足の割合は調査されている場合もあるが、不特定多数の観客の出入りが自由な環境で行われるサイエンスショーでは、その効果に対する調査が行われることは少ないことが分かった。

表1 科学館の調査結果

調査方法	内容	結果
年報・研究報告の分析	・年報などでサイエンスショーのアンケートに触れている科学館 ^{注1)}	1館／12館
メール・聞き取り	・教育利用でのみアンケートを実施	1館／4館
	・アンケートを実施 (居住地・来館回数など)	1館／4館
	・実施していない	2館／4館

III. 学校教育における空気関連の学習

研究対象としたサイエンスショーは小学校や中学校の学習にも含まれている空気や風の学習をテーマにして構成した。小学校学習指導要領解説（文部科学省（2017a），中学校学習指導要領解説（2017b）によると、小学校3年生では、風の力で物を動かすことができることや風の強さによって物を動かすはたらきが変わることを学習する。小学校4年生では、閉じ込めた空気が押されると体積が変わることや体積が小さくなるほど押し返す力が大きくなること、空気を暖めると体積が大きくなることを学習する。中学校2年生では、空気に重さがあることや空気の重さによって大気圧が働くことを学習する。空気の学習は、身近ではあるが、視覚的な理解が難しい内容である。今回のサイエンスショーにおいては、サイエンスショーの効果を調べるため、このテーマを選び実施した。

IV. サイエンスショーの概要

1. サイエンスショー

サイエンスショーで行った実験内容を表2に示す。実施時間は、90分程度である。サイエンスショーでは、大気圧や風によってはたらく力を理解させることを目的にするのではなく、児童が不思議に感じる内容を体験し、児童の科学実験や身近で起こる現象についての興味・関心を高め、空気に対する理解を深めることもねらいとしている。以下、実験の概要を説明する。

表2 サイエンスショーの内容

実験内容	ねらい
①大型風船をふくらませ、代表児童にぶつける実験	・ 空気が存在していること ・ 空気に重さがあること
②空気ので力でラップを割る実験	・ 大気圧がはたらくこと ・ 大気圧が大きな力であること
③瓶にふたをして、ペットボトルを持ち上げる実験	・ 大気圧があらゆる方向から働くこと ・ 風で物体が動くこと
④ボウリングの球を浮かび上げる実験	・ 大気圧があらゆる方向から働くこと ・ 風で物体が動くこと
⑤風で吹き飛ばすことができる事を確認する実験	・ 風で物体が飛ばされるだけではないこと ・ 物体の形によって浮かび方が変わること
⑥空中浮遊の実験 ・ ボールを飛ばす ・ 吹き流しで流れを見る ・ 四角い物はうまく浮かばない ・ 電球を浮かせる	・ 強い風の吹く方に物体が動くこと
⑦空気の流れを感じる実験 ・ 紙の実験 ・ 空気マシガン	・ 風で物を持ち上げることができること ・ 風に向かって進む回転する物体に力が加わること
⑧板でおもりを持ち上げる実験	
⑨マグヌスコップの実験	

2. サイエンスショーの内容

a. 空気の重さを感じる実験

まず、空気存在と空気に重さがあることを確認する。空気を入れてない風船と直径1 m 程度に膨らませたゴム風船を代表児童の背中に当て、児童の反応を見せることで、空気に重さがあることを確認する(表2の実験①)。この際、安全のため児童は後ろを向かせ、アシスタントを務めた当該小学校の教員が児童の転倒しないよう配慮した。児童が空気に重さがあることを認識できるよう、空気に重さ(存在)が感じられないときには衝撃が小さいこと、空気の重さ(存在)を感じられるようになってくると衝撃が大きいくことを、答えさせたあと実験した。

直径1 m の大きさの風船の中の空気の質量は約600 g、風船のみの質量135.7 gであり、合計735.7 gである。そのまま風船を持っただけでは、空気の中で空気の重さを量ることになるので、重さを感じることはできないが、慣性質量のため投げられた風船がぶつかるとその衝撃は大きい。児童の生活経験と関連付けることで空気に重さがあることを確認した。

b. 大気圧が大きい力であることを感じる実験

表2の実験②では、大気圧が生じていることを確認する。容器にラップフィルムを張り、風船用の空気入れを逆につなぐことにより容器内の空気を抜いていくと、容器内外の圧力差によりラップフィルムが破裂する。

空気入れを使って少しずつ空気を抜くと、ラップフィルムがへこんでいく様子を観察することで、容器外の空気がラップフィルムを押す力がはたらくことを確認できる。続いて、勢いよく空気を抜くとラップフィルムが大きな音で破裂する現象を目の当たりにすることを確認して、大気圧が大きな力であることを認識する(図1)。

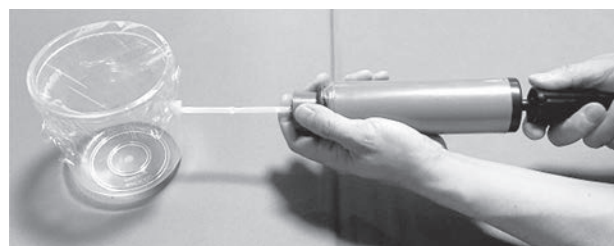


図1 ラップフィルムの破裂の実験装置

c. 逆さコップの実験

表2の実験③も大気圧の大きさを確認する実験である。瓶に水を満たし下敷きでふたをしてから逆さにして、下敷きに吸盤をつけて水入りペットボトルを持ち上げることができる(図2)。使用した瓶の口径は内径0.078 cmであるので、瓶の口の面積は、 0.004776 m^2 である。水入りペットボトルは1本当たり533.0 gである。



図2

実験前に予想として手を挙げさせると、4本の水入りペットボトルを持ち上げられるという観客は半分以下である。水入り500 mL ペットボトルを一本ずつ増やして

いっても、下敷きは外れない。このことから、空気が下敷きを押す力が、それまで考えていたより大きいことを実感できる。本サイエンスショーでは、合計10本(5.33 kg)のペットボトルを釣り下げることができた。

この実験では、下敷きでふたをする際に際に少量の水をこぼす。瓶の中の水をこぼすため、瓶の中の圧力が低くなる(夏目, 2017)。瓶の中の圧力と下から下敷きを押す大気圧との気圧差が出来るため、下敷きが落ちないだけでなく、ペットボトルを持ち上げることもできるようになる。

ペットボトルを持ち上げる実験

d. ボウリングの球を浮かび上げる実験

表2の実験④でも大気圧を確認する。筒の中に置いたボウリングの球を、掃除機で吸い上げることができる(図3)。大阪市立科学館で開発された実験である(小野, 2003)が、現在では広く認知されている。この実験の



図3

掃除機を用いてボウリングの球を持ち上げる実験

筒の下にゴム板を敷いて隙間がないように床に置き、その筒の上にふたをして、ふたに付けたホースから空気を抜いてもボウリングの球は浮かび上がらない。筒の下に隙間を作り空気が入るようにするとようやくボウリングの球が持ち上がる。この実験から掃除機の吸い上げる力でボウリングの球を持ち上げるのではなく、掃除機でボウリングの上の空気を吸うことで気圧が下がることでボウリングの球の上下にできる気圧差で持ち上がることが分かる。つまり大気圧によってボウリングの球が浮かび上がることを確認できる。

今回使用したボウリングの球は直径 219 mm の 16 ポンド球である。使用した筒は外径 230 mm, 内径 220 mm, 肉厚 5 mm, 長さ 1 m のアクリル製である。筒の上に置いた板は、一辺 330 mm, 厚さ 10 mm のベニヤ板に厚さ 5 mm のゴム板を貼り、中央に穴を開け洗濯機のホースを取り付けたものである。掃除機は、シャープ製 SC - WR5F (540W) を使用した。ボウリングの球と筒の間に 1mm の隙間があるため、ボウリングの球の回りにはセロハンテープを7周程度巻いてその隙間を埋めた。

e. 風の吹き飛ばす力を体験する実験

表2の実験⑤は風の吹き飛ばす力を体験する。観客にブロアの風を向けることで、風の吹き飛ばす力を体験することができる。使用したブロアは、RYOBI 製 BL300L(風量 2.8 m³/min, 600 W)である。

f. 物体浮遊の実験

表2の実験⑥では、ブロアを上向きにすることで、ボールやビーチボール上まで飛ぶのではなく、空気中に浮かせることができることを確認する。ブロアの口にゴムボールを近づけ、ブロアによってゴムボールがどれくらい飛ぶか予想させると、半数以上の観客が、天井まで飛ぶと予想するが、実際にやってみるとボールは天井まで飛ぶことなく、ブロアの口から数十cm上に浮く。このとき、風の様子を観察するために物体を浮かべたまま吹き流しを用いて風の流れを調べると、物体がある時に風はその形に添って流れることがわかる(齋藤, 2005)。形の重要性を確認するため、立方体の発泡スチロールを浮かべる事ができないこと、丸い形なら大きさに関係無く浮かべることができる事を演示する。最後に、丸い形が重要であることから、電球はどうなるか予想させた後、実験した(図4)。



図4

電球の空中浮遊

g. 風に向かってはたらく力を調べる実験

表2の実験⑦では紙を使って、風が吹く時に風に向かって力がはたらくことを知る(図5)。使用した紙は、A4のコピー用紙を縦半分に細長く切ったものである。



図5

紙の上を吹いた時の紙の動き

風に向かって力が働くことを確認する実験として、塩ビ管の継ぎ手のT字型の一方に「e. 風の吹き飛ばす力を体験する実験」で使用したブロアを使い



図6

空気マシンガンの実験

風を吹かせると、発泡スチロール球が風の吹く方である筒の上の方に動き、ブロアと逆側のパイプから連続的に飛び出る実験(空気マシンガンの実験)である。ブロアの先は、ビニールテープで半分をふさぎ、T字の継ぎ手にさす。もう一方の先には、300 mm 程度の長さの塩ビ

管を付ける。また下側には球の動きが見えるよう、透明のシートを筒状に巻いたものを付けた（図6）。発泡スチロール球は直径 20 mm のものを使用した（川田，1999）。

表2の実験⑧では板に向かって風を吹かせることで、ジュース入りの缶（約 222 g）を持ち上げることができる。ブロアの先に、穴の開いた板 A をつけブロアで風を吹かせる。板 A に重ねて置いた板 B は、吹き飛ばす強くブロア側の板に引きつけられる。このとき、板 B にフックをつけると、缶を持ち上げることができる。

ブロアの先に付ける板 A は、一辺 300 mm、厚さ 10 mm のベニヤ板を使用し、その中央に穴を開け、塩ビの筒を付け、ブロアをさせるようにした。もう一方の板 B は、プラスチック段ボールを使用し、中央にフックをつけたものを使用した。

これらの実験から、電車のホームに黄色い線が引いてあることなどを例に挙げ、風が吹いた時に風の方に引き寄せられる力が働くことを紹介した。

h. マグヌスコップ

表2の実験⑨では、プラスチックコップを底面で2つつないだもの（第一著者が「マグヌスコップ」と命名した）を、輪ゴムで



図7

マグヌスコップを飛ばす様子

飛ばす実験である

（月僧，2011）。この実験は、サイエンスショーで行うために開発した実験であるが、工作としても簡単であり、各地で行われる実験教室でも定番の実験になっている。風に向かって回転体が進むと回転体の上下に圧力差が生じ、力（マグヌス力）が働くことを確認する実験である。この実験については、観客の親子全員が体験を行った。実験を紹介した後、プラスチックコップを2つ配布し、底同士をセロハンテープでくっつける。次に3本の輪ゴムをつなぐ。低学年の児童にはクリップを付けさせる。マグヌスコップを飛ばす作業は、小学生には難しいが、最初でできるようになった保護者が一緒に練習することで、上手に飛ばせるようになる（図7）。

V. サイエンスショーの評価

1. 調査方法

サイエンスショーは、福井県小浜市内の小学校（全校 33 名、当日は 1 名欠席）の親子教室（2018 年 11 月 11 日）において実施した。観客（参加者）は、小学校 1 年生から 6 年生の児童とその保護者、教職員である。サイエンスショーの効果を測定するために、サイエンスショーを見て空気や風の実験に興味・関心を持つことができたか、知識が身についたかを調査した。調査方法は、5 件法のアンケートをサイエンスショーの前後に行った。質問項目を表3に示す。

なお、5 件法のアンケートについては、とてもそう思うを「5」、まあまあそう思うを「4」、どちらともいえないを「3」、あまりそう思わないを「2」、全くそう思わないを「1」として集計を行った。

表3 5 件法によるアンケート項目

1	理科の勉強は好きですか
2	理科の実験を行うことは好きですか
3	理科の授業、本、テレビで見た実験をやりたいと思いますか
4	空気の実験について友達に説明できますか
5	空気や風の実験を友達の前でやってみたいと思いますか
6	「大気圧」という言葉を説明できますか
7	空気によって「いろいろな向きから押されていること」を説明できますか
8	風の実験について友達に説明できますか
9	空気の流れる方にものが動くことを説明できますか
10	電車の駅のホームに黄色い線が引いてある理由を、風と関連付けて説明できますか
11	今日の実験は楽しめましたか
12	今日の実験の内容は分かりましたか
13	この実験をお友達に紹介したいと思いますか？

2. アンケート結果

各項目の結果は図8のようになった。質問項目1は理科に対する興味・関心である。小学校1, 2年生は理科を学習していないが、担任の先生から理科について説明した後に回答した。

さらに質問項目2, 3, 5を実験に関する興味・関心になる情意面の効果、質問項目4, 6～10を空気や風の実験に対する知識面の効果である。それぞれの平均は、情意面（事前：4.67, 事後：4.74）、知識面（事前：2.76, 事後：4.24）となった。

理科に関する興味・関心である情意面はもともと の値が高く微増していることから、興味・関心を高

い状態で維持していることが分かる。また、知識面の数値は、初めての言葉も多かったと考えられるが、高い興味・関心の下でサイエンスショーを見たことで、児童は内容を理解していたこと示唆している。

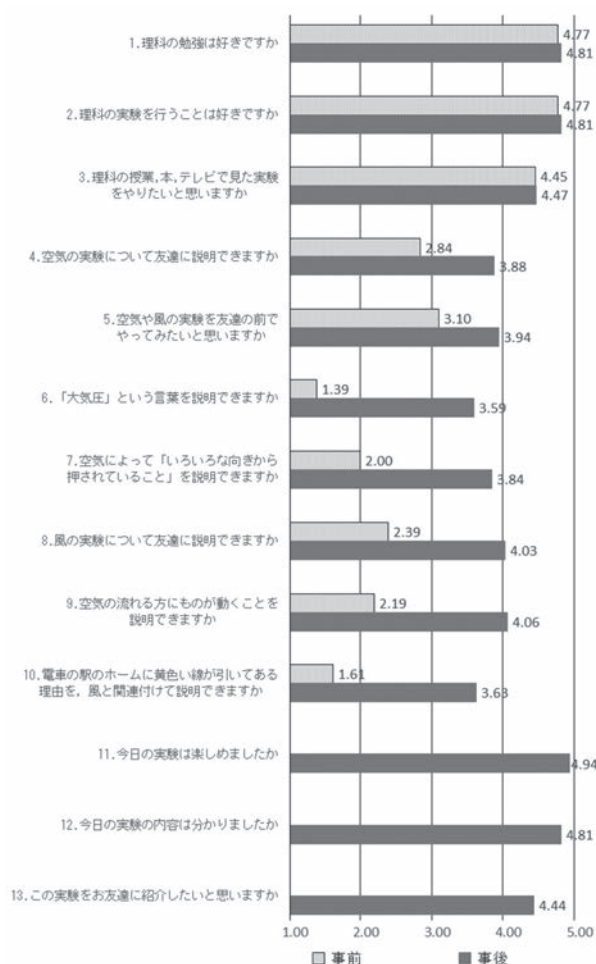


図8 5件法によるアンケート結果

Ⅵ. おわりに

本研究は、空気と風に関するサイエンスショーのみの分析である。サイエンスショーの内容によって児童の反応が変わることも考えられる。また、観客（参加者）がサイエンスショーの内容を履修済みか否かというように小学校の学年と学習内容の影響も考えられる。今後、多くのサイエンスショーの分析を継続することで、小学校教育におけるサイエンスショーの活用の検討を進め、その環境整備を進めていきたい。

謝辞

科学館のサイエンスショーについての調査につい

ては日立シビックセンター科学館高柿勝博氏に協力頂いた。

注

- 1) 参考にした科学館：出雲科学館，愛媛総合科学博物館，大阪市立科学館，川口市科学館，郡山市ふれあい科学館，さいたま市青少年宇宙科学館，佐賀県立宇宙科学館，札幌市青少年科学館，静岡科学館，名古屋市科学館，はまぎんこども宇宙科学館，日立シビックセンター科学館，防府市青少年科学館，北陸電力エネルギー科学館，ふくしま森の科学体験センター，山梨県立科学館，以上16の科学館
- 2) 本実践は，第1著者の月僧が福井県内中学校在籍時の実践内容である。

引用文献

- 福岡亮治，赤沢真世，芝野淳一（2017）：グローバル化時代におけるサイエンスショーの可能性と課題－在外教育施設における取り組みを事例に－，大阪成蹊大学紀要教育学部篇第3号，259-266.
- 藤本光章（2014）：サイエンスショー「なぜ鉄の船は沈むのか～浮力の不思議な実験～」実施報告書，愛媛総合科学博物館研究報告第19号，57-64.
- ガリレオ工房の Battle of Science Show HP：
<http://www.galileo-sci.org/BoSS2015/>（最終確認日 2018年9月1日）.
- 月僧秀弥，葛生伸（2007）：中学校理科授業におけるサイエンスショーの活用と実践に関する研究，応用物理教育，Vol31，No1，27-32.
- 月僧秀弥（2011）：プラスチックコップを飛ばす，理科の教育 Vol.60，No.707，64.
- 月僧秀弥，稲垣裕介，早武真理子，伊佐公男，葛生伸，浅原雅浩（2016）：幼児向け科学教育プログラムの開発とその評価の試みーものの浮き沈みに関する実験を例としてー，科学教育研究，40(4)，325-333.
- 科学の鉄人 HP：<http://www.sci-fest.org/>（最終確認日 2021年5月18日）.
- 川田秀雄（1999）：バッティングマシーン，いきいき物理わくわく実験2，新生出版，28.
- 川崎寿則（2017）：日立サイエンスショーフェスティバルーサイエンスショー担当者の情報交換と研修の取り組みー，全国科学博物館

協議会, <http://jcs.jp/wp-content/uploads/presentation/23case11.pdf> (最終確認日 2021 年 5 月 18 日).

文部科学省 (2017a): 小学校学習指導要領解説, 文部科学省 H P, https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/___icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017_005_1.pdf (最終確認日 2021 年 5 月 18 日).

文部科学省 (2017b): 中学校学習指導要領解説, 文部科学省 H P, https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/___icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387018_005.pdf (最終確認日 2021 年 5 月 18 日).

小野昌弘 (2003): サイエンスショー「空気パワー」実施報告, http://www.sci-museum.kita.osaka.jp/~ono/sci-show/pdf_file/powered_by_air.pdf (最終確認日 2021 年 5 月 18 日).

夏目雄平 (2017): 孔あきコップに水を入れてつり上げる, RikaTan30 号, 文理, 28-29.

佐賀県立宇宙科学館 (2015): 佐賀県立宇宙科学館調査研究書第 9 号, 82-95.

斎藤吉彦 (2005): サイエンスショー「風のうらわさ」実施報告, 大阪市立科学館研究報告 15, 189-195.

斎藤吉彦 (2016): 自然が語るサイエンスショー, 大阪市立科学館研究報告 26, 7-10.

(2021 年 5 月 19 日受付)